稻田小氣候與稻飛蝨發生關係之觀察[1]

林　珪　瑞

摘要：一、五十八年第二期作及五十九年第一期作在臺北測量稻田中之水溫，稻株間水面以上垂直高度10、30、60及90公分處之溫度及濕度，並參照大氣之降雨量及氣溫資料，分析稻株間小氣候與稻飛蝨發生之關係。二、在稻株間之溫度一般顯較大氣溫為高，在稻株近水面10公分處及水溫，較其它各層小氣溫稍低，尤以在第二期較有規則，此現象可能受稻株生長茂盛覆蓋田面所致。三、第二期作稻株間之相對濕度分佈頗有規律，在近水面10公分處均較高，並順垂直高度而漸次降低。四、第二期作稻株間近水面10公分，由於稻株覆蓋而形成高溫多濕又日照少之特殊環境，故稻飛蝨常在此生境條件下生殖猖獗為害。五、本觀察期間僅兩期作水稻，在調查稻田中之稻飛蝨發生密度均極低，而卵寄生蜂之發生密度頗高，或由於卵寄生蜂抑制關係，故對此問題尚有待較長期觀察。

一、引　言

小氣候之研究工作，在旱地作物及森林方面已有相當歷史，但對水稻田之研究則甚少進行。故欲研究水稻害蟲之猖獗因子，常感此項資料之缺乏而未能得到完滿結果。在臺灣近年來水稻第二期作屢屢遭受稻飛蝨猖獗為害，主要為褐飛蝨（*Nilaparvata lugens*），其成蟲及若蟲群集稻株基部吸收養份，受害稻株迅即枯死，災情極為嚴重。因稻飛蝨具有群棲稻株基部為害之習性，本工作即為探討其在稻田中之特殊生境因子，故進行測量觀察稻株間之小氣候。就在此短期中觀察所得結果分析整理，藉可明瞭稻株間小氣候之變動及與稻飛蝨發生之關係。

二、工具及方法

㈠　工具：本工作使用測量氣溫之水銀溫度計，係在臺灣訂製，長度30公分，為1/10刻度，溫度自0～40°C範圍。乾濕球濕度計亦為訂製，刻度刻在玻璃棒上，長度21公分，以便橫臥使用。測量架為自行設計直立柱，共四層，各層高度可隨時調整，每層為向一側伸出之長方框，水銀溫度計及乾濕球濕度計即橫臥固定在方框上；在長方框上方另加一遮板，為避免輻射熱，故在遮板下加裝1/2吋普利龍板二塊。

吸蟲器係使用日本國際牌小型汽車吸塵器改裝，將其中盛塵套取下，改用尼龍布套網，以便盛裝吸入之昆蟲。

㈡　方法：在臺北農業試驗所水稻田，選擇環境條件稍有不同之兩稻田為測量田，每區0.05公頃，在A區為排水良好的正常田，B區則地勢稍為低窪排水較差，亦即所謂浸水田，雖水稻植株發育較慢，但在後期生長較為茂盛，成熟期較一般水稻稍遲。稻株間小氣候之測量，自每日上午8時起至下午6時止，每間隔2小時測量水溫及水面以上高度10、30、60及90公分處各層之溫度及濕度一次，測量時將測量架插於稻株間，經數分鐘後進行觀察溫度及濕度並記錄之。稻株間溫度及濕度將每日6次之測量觀察結果加以平均，以表示當日在各層之觀察平均數值。再將此每日數值合計於每旬平均之。

稻株間稻飛蝨之發生調查，原訂每旬以小型吸蟲器調查一次，因在本工作期間所觀察之稻田，稻

1. 本研究承國家科學委員會及農業研究中心補助經費，謹此致謝。

飛蝨發生極少，以吸蟲器在稻株間距水面 10、30 及 60 公分處沿直線（18 公尺）在田中各層吸捕一行，然後携回室內在双管擴大鏡下檢查稻飛蝨及其卵寄生蜂，以探明在各層高度之發生情形。

三、稻田小候觀察結果

㈠ 稻株間之氣溫

五十八年第二期水稻稻株間之溫度見附表 1，在插秧後一個月間，因稻株尙矮小，故此期間正常排水A田之水溫常較自 10～90 公分處爲高；但浸水低田之水溫在八月下旬已較稻株間之溫度爲低。自九月上旬以後因稻株高大茂盛，已可將田面覆蓋，則稻田中之水溫均較稻株間之溫度爲低，但在十月上中旬芙爾西強烈颱風及芙勞西中度颱風過境時，則略有不正常變動之現象。

五十九年第一期水稻田水溫自三月下旬至五月中旬均較稻株間之氣溫爲高，而自五月下旬迄七月上旬之水溫亦因受稻株覆蓋所影響而顯爲降低。此現象在 AB 兩區稻田均有相同之趨勢。

至於稻株間各層高度溫差較微尙，但亦因受稻株覆蓋之影響，在近水面 10 公分處往往較 30、60

表 1 五十八年第二期作稻株間溫度、濕度及降雨量與大氣溫之分佈

	八月	九月			十月			十一月			十二月		
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
降雨量	1.0	182.8	398.8	116.1◎	◎617.4	15.3	4.3	16.9	19.5	47.6	6.1	11.7	10.5
大氣溫	29.0	28.3	27.2	28.1	21.5	23.8	21.7	19.4	21.3	17.4	15.9	16.2	17.8
A 區溫度													
90cm	31.6	30.1	28.2	30.2	22.8	25.7	24.6	20.4	22.7	17.7	15.8	16.4	19.5
60	31.7	29.9	28.3	30.1	22.7	26.1	24.5	20.2	22.5	17.6	16.2	16.4	20.0
30	31.6	29.8	28.2	29.9	22.5	25.9	24.1	20.0	22.4	17.3	16.1	16.7	19.7
10	31.6	29.7	28.3	29.3	22.5	26.0	23.7	20.1	22.3	17.1	16.0	16.6	19.3
水溫	32.6	29.6	28.1	—	22.8	24.7	19.9	19.7	—	—	—	—	—
B 區溫度													
90cm	31.9	29.9	28.7	30.2	22.9	25.6	23.7	20.4	22.9	17.7	16.1	16.4	19.1
60	32.1	30.0	28.3	30.0	22.8	25.8	24.7	20.4	22.6	17.5	16.0	16.1	19.3
30	32.0	30.0	28.3	29.8	22.6	25.7	24.1	20.3	22.4	18.8	16.0	16.2	19.4
10	31.7	29.9	28.3	29.4	22.5	25.7	23.6	19.8	21.9	17.3	15.7	17.4	19.5
水溫	31.6	29.5	27.8	29.9	23.0	24.7	20.4	19.8	20.0	16.9	—	—	—
A 區濕度													
90cm	67.9	75.1	83.0	73.6	85.8	71.2	70.6	78.9	83.5	81.2	75.4	77.3	79.7
60	69.3	76.7	84.5	74.9	89.8	76.7	75.3	87.5	89.4	91.8	85.4	84.2	83.9
30	69.2	79.7	86.9	78.8	91.4	79.9	79.7	85.6	91.2	92.5	86.4	85.8	84.1
10	73.0	84.6	90.1	85.5	94.5	85.3	84.1	91.0	93.0	94.7	90.2	89.0	83.2
B 區濕度													
90cm	67.3	74.7	83.9	72.2	86.1	72.7	69.7	78.6	82.3	78.9	70.1	77.1	82.5
60	67.9	77.3	84.4	75.3	86.8	76.2	74.6	86.2	87.9	89.0	77.4	82.3	84.5
30	69.0	77.7	86.0	79.1	90.2	77.6	74.6	85.9	87.1	86.9	79.4	85.6	83.4
10	73.1	82.6	90.3	84.2	94.5	83.3	81.0	90.6	92.5	88.9	82.9	89.3	87.0

◎艾爾西强烈颱風及芙勞西中度颱風過境

表 1（續）五十九年第一期作稻株間溫度、濕度及降雨量與大氣溫之分佈

	三月	四	月		五	月		六	月		七	月	
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
降雨量	16.1	20.1	43.9	14.0	25.3	50.7	331.4	72.3	155.5	139.1	62.5		
大氣溫	18.0	19.4	20.4	21.9	26.3	23.3	27.0	26.2	26.3	28.2	28.8		
					A	區溫度							
90cm	17.9	21.0	21.3	23.0	28.5	25.0	28.0	27.1	28.5	29.3	30.8		
60	17.8	21.0	21.4	23.3	28.7	25.1	27.9	27.0	28.4	30.4	30.6		
30	18.0	21.3	21.5	23.2	28.7	25.1	27.8	27.1	28.1	29.8	29.8		
10	18.0	21.2	21.7	23.3	28.7	25.4	27.8	27.3	28.4	29.4	29.6		
水溫	19.3	23.0	22.7	25.7	29.8	26.4	26.5	26.8	27.6	29.4	29.2		
					B	區溫度							
90cm	17.8	20.8	21.2	22.4	28.3	24.7	27.1	26.9	28.1	30.2	30.4		
60	18.1	20.9	21.3	23.2	28.5	25.0	27.7	27.0	28.1	29.8	30.1		
30	17.9	21.0	21.3	23.1	28.5	25.1	27.9	27.2	27.9	29.4	29.7		
10	18.0	21.0	21.3	22.5	28.3	25.1	27.8	27.1	27.6	29.0	29.6		
水溫	18.9	22.2	22.1	23.1	27.7	25.2	25.7	25.9	26.7	28.5	28.4		
					A	區濕度							
90cm	86.6	79.0	89.9	76.6	78.3	81.7	83.3	85.2	84.2	80.0	80.5		
60	90.1	82.4	90.8	79.1	81.5	84.1	83.2	85.1	85.1	82.5	82.8		
30	87.9	81.2	89.0	77.4	80.3	84.0	83.6	85.4	86.1	85.6	85.7		
10	89.7	81.4	89.0	79.7	81.3	83.0	82.9	84.8	87.0	87.2	88.0		
					B	區濕度							
90cm	83.7	78.2	90.4	75.7	79.3	80.7	82.8	86.1	84.4	81.5	82.0		
60	90.7	82.2	91.9	80.4	81.9	83.9	84.4	84.4	86.4	83.7	84.3		
30	89.4	79.8	89.8	79.5	81.2	84.4	83.9	85.3	87.7	86.7	86.6		
10	90.1	82.0	89.9	82.0	82.6	84.7	83.9	84.9	88.2	88.9	88.6		

公分處為低，在第二期水稻呈現較有規則。

㈡ 稻株間之濕度

稻田因受灌漑水及稻株密集覆蓋之關係，故稻株間之相對濕度頗有規律，即有隨稻株之垂直高度而漸次降低，此現象尤以第二期水稻栽培期間甚為明顯。在第一期水稻栽培期之稻株間相對濕度則較不穩定，六月中旬以前其垂直相對濕度均呈現不規則，在六月中旬以後始有隨垂直高度而漸次降低，就A·B兩區之測量觀察結果頗為相似（表Ⅰ）

㈢ 晴天稻株間溫度分佈之觀察

近地之溫度在晴天常受輻射熱之影響能呈現正常分佈情形，但稻田有灌漑水之存在及稻株覆蓋之關係，故稻株間之溫度垂直分佈呈現不甚正常，經就五十八年九月十八至廿三日測量觀察結果加以分析如圖 1，就圖中所示大氣溫較稻株間之小氣溫相差頗多（表Ⅰ），10 公分處之溫度略低於 30、60 及 90 公分處，而水溫仍是高於 10 公分處，由此可見在稻株 10 公分高處稻飛蝨適宜生長之一般環境。

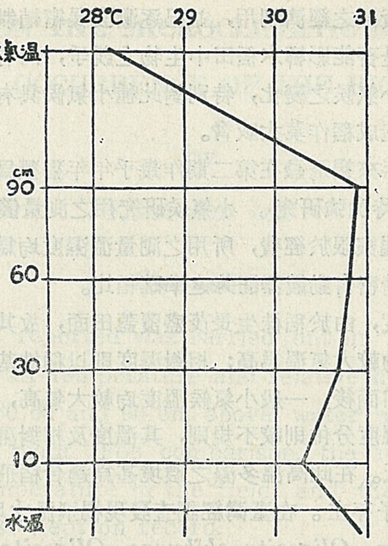

圖1　晴天稻株間溫及溫水分佈

四、稻飛蝨之發生

本項工作進行期間，所觀察之AB兩稻田之稻飛蝨發生極為微少，經小型吸蟲器在稻株間各層高度吸捕，均未發現褐飛蝨及白背飛蝨。換言之，表面上在此AB兩稻田之小氣候條件，似乎不適於稻飛蝨之發生為害，如依該稻飛蝨之生殖適宜溫度及濕度範圍，此種小氣候均甚適宜其生殖條件，何以稻飛蝨未能發生為害？茲就在稻株間以小型吸蟲器部分調查結果列於表2。由表中所示稻飛蝨卵寄生蜂之密度相當高，或以此原因而稻飛蝨無法繁殖，實為值得注意之問題。

表 2　吸蟲器在稻株間之調查　　　1970年6月18日

調查高度	*Nephotettix cincticeps* ♂	♀	*Laodelphax striatella* ♂	♀	*Anagrus* sp. ♂	♀	*Gonatocerus* sp. ♂	♀	*Mymar* sp. ♂	♀	*Japania andoi* ♂	♀	*Oligosita shibuyae* ♂	♀
					A 區									
60cm							1							
30	4	3				1	31	13		1	1	2	1	
10			1	1			16	18			1		1	
					B 區									
60cm														
30	2	2												
10	2	5					1				1		1	

五、檢討及結論

臺灣水稻植株間之小氣候，迄未進行詳細測量觀察，其原因可能水稻植株對小氣候之敏感度，實際上不如若干害蟲及其寄生性天敵之明顯，故在稻作方面對此生境因子未加重視。而水稻之栽培制度

則着重提高單位面積產量及水資源之經濟利用，並已逐漸發展密植制度及輪流灌漑，雖然已能達到最經濟有效之目的。但此種措施是否能影響水稻田中生物之競爭，尚有待詳加探討。就以水稻密植及輪灌而言，多少可能引起稻株間小氣候之變化，特別對此種小氣候具有較高度敏感之若干微小種類昆蟲，以致在稻田中之若干主要害蟲造成稻作莫大威脅。

臺灣中南部水稻田中，近年來褐飛蝨在第二期作幾乎年年猖獗爲害，此種災害之程度及頻度已今非昔比。故其發生生境因子有待加強研究。小氣候研究用之測量儀器，在國外均採用 Thermistor temperature recorder，本觀察限於經費，所用之測量溫濕度均爲自行設計水銀計，以人工完時測量，差誤自所難免，當不能與精密自動儀器記錄之準確相比。

水稻第二期作稻株間之溫度，由於稻株生長茂盛覆蓋田面，故其基部溫度較低，並依次隨垂直高度而逐漸升高，稻田中之溫度均較大氣溫爲高；相對濕度則以稻株基部較高，並順稻株高度而逐漸降低。由此可知在稻株茂盛覆蓋田面後，一般小氣候溫度均較大氣高，在稻株間形成一高溫多濕的特殊環境。在第一期作之稻株間之溫度分佈則較不規則，其溫度及相對濕度在六月中旬以後始呈現有規則之自基部向末端漸次升高或降低。在此高溫多濕之環境甚爲適合稻飛蝨之猖獗條件，但何以過去能有間歇年猖猖現象？當有其它因子存在。在臺灣經調查發現褐飛蝨之卵寄生蜂有六種：*Anagrus* sp., *Gonatocerus* sp., *Mymar* sp., *Oligosita shibuyae*, *Oligosita* sp., 及 *Japania andoi*, 前三屬魅小蜂科 (Mymaridae) 及後三種屬於毛小蜂科 (Trichogrammatidae)，以 *Anagrus* 種 sp. 在第二期之寄生率高達80%以上，*Gonatocerus* sp. 則在第一期作較 *Anagrus* sp. 爲多。此類卵寄生蜂在第二期作水稻幼株生育期，均能發揮其抑制褐飛蝨卵孵化之高度潛能，故在水稻幼株期迄未有稻飛蝨猖獗爲害之記錄，而稻飛蝨之猖獗均在稻株抽穗前後，此時稻株高大茂盛覆蓋田面，構成稻株基部之特殊環境，雖可適合稻飛蝨之生殖，而其體軀極微小之卵寄生蜂有時似乎無法適應此特殊環境，無法發揮其寄生潛能。故稻飛蝨雖有其宏厚之繁殖能力及適宜生活環境，但尚須有逃避其天敵抑制之條件，始有猖獗成災之可能。

六、參考文献

蔣丙然譯。1960．近地氣候。1～454 pp. 世界書局。

金關四郎。1955．栽植方法を異にした各種水面に於ける太陽幅射直達面積及び水田溫度の狀況について。農業氣象 10:96～100．

久世源太郎、高橋鍵治、芦田讓治。1951。特殊な灌漑水を受ける稻田の微氣候。農業氣象 5:33～38．

宮本硬一。1957．水田微氣候に關する試驗一栽植樣式を異にせる水田微氣象。昭和 31 年度農業氣象に關する試驗成績書 pp. 1～19．(宮城縣農事試驗場)

佐藤正一。1957．稻の繁茂うつ閉度と株間微氣象との關係。九州農業研究 No 19:44～45．

1960．本邦暖地の稻作氣候と水田微氣候ならびに微氣候調節に關する研究。九州農試彙報 6:259～364．

STUDIES ON THE MICROCLIMATIC FACTORS IN RELATION TO THE OCCURRENCE OF THE RICE PLANT HOPPERS

by

Kwei-shui Lin

Summary

1. The survey hereby reported was carried out in Taipei in 1969 (2nd crop) and 1970 (lst crop). The air temperature and relative humidity reading were taken at 4 different niches (10,30,60 and 90 cm above water surface in the paddy field) between "hills" of the rice plant. For comparison, the rainfall, the air temperature in the open, the water temperature in the field, and the population density of the rice plant hoppers were also kept on record.

2. As a rule, the air temperature between the rice-hills was significantly higher than that in the open, and in generally, the temperature of the air near the water surface and that of the water were slightly lower than at higher niches. The latter became more significant in the later parts of the growing season, because the rice foliage was then more prolific and formed an effective shade.

3. The relative humidity was highest near the water surface and decreased successively on approaching the open and the top of the rice plant. This phenomenon was particularly apparent in the 2nd crop.

4. Theoretically, the optimum niche for the breeding and multiplication of the rice plant hoppers is at the level of about 10 cm above the water surface, where both the temperature and relative humidity are high and the shade formed by rice foliage is most effective. On the other hand, as a result of accumulating population density of the rice plant hoppers, the outbreaks of these insect pests occurs usually in the 2nd crop.

5. During the two growing seasons under observation, the population density of the rice plant hoppers was very low while that of the egg-parasites, fairly high. It is suggested that further field surveys should be undertaken when the population density of the former is high, and that the population dynamics and ecological requirements of the egg-parasites should be investigated.